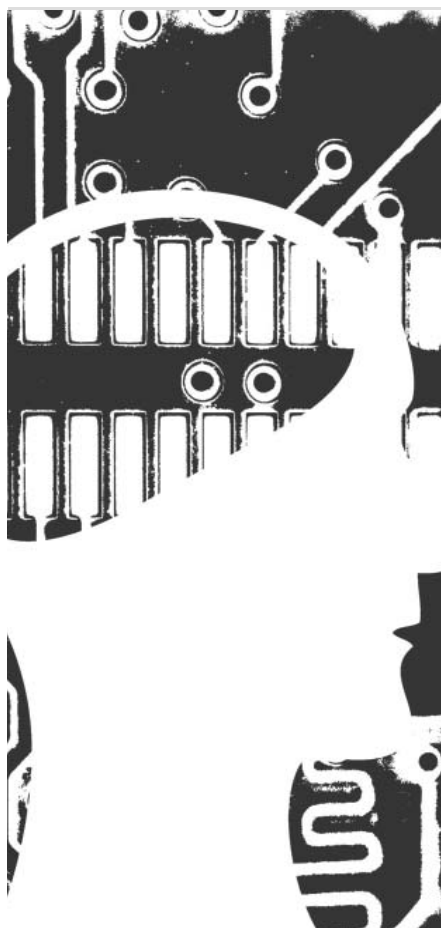


REVISTA Universidad EAFIT
Vol. 43. No. 148. 2007. pp. 42-61

Tendencias y retos de la gestión tecnológica en economías emergentes



Claudia Nelcy Jiménez

Ingeniera química y Magíster en Administración, Universidad Nacional de Colombia. Coordinadora del Sistema de Gestión Tecnológica de la Dirección Nacional de Extensión UN y Catedrática Universidad Nacional de Colombia. Integrante del Grupo Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – Biogestión.
cnjimenezh@unal.edu.co

Oscar Fernando Castellanos

Ingeniero químico, M.Sc., M.A., Ph.D. Profesor asociado Universidad Nacional de Colombia. Coordinador Grupo Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – Biogestión.
ofcastellanosd@unal.edu.co

María Eugenia Morales

Administradora de Empresas y Magíster en Administración, Universidad Nacional de Colombia. Profesora Investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Militar Nueva Granada. Integrante del Grupo Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – Biogestión.
maria.morales@umng.edu.co

Recepción: 29 de septiembre de 2007 | Aceptación: 01 de noviembre de 2007

Resumen

El objetivo es establecer brechas y retos para las economías emergentes de Latinoamérica con relación al progreso de la gestión tecnológica (GT) respecto a otros contextos. Para ello, mediante una revisión de literatura y análisis cuantitativos, se caracterizó la evolución de la GT y se identificaron tendencias de investigación en los países desarrollados y los latinoamericanos. Se encontró que la GT en los primeros ha atravesado por tres etapas, la última de ellas caracterizada por la gestión

del conocimiento, donde se involucran metodologías integradoras y se cuenta con grupos líderes en Estados Unidos y el Reino Unido. En el caso latinoamericano se establecieron cuatro generaciones de evolución y se encontraron dinámicas similares a las de países industrializados, en donde la gestión del conocimiento y de la innovación son áreas crecientes. Las brechas identificadas en América Latina, entre las que están el surgimiento tardío de la unidad de I&D y una baja integración de la tecnología con la estrategia corporativa, muestran que, si bien son recientes los desarrollos en la región, se enfatiza en temas importantes para esta como la cooperación y las redes, mientras que los retos señalan que la GT latinoamericana puede fortalecerse con metodologías novedosas como el *Roadmapping* tecnológico y trascender el ámbito regional.

Palabras Clave

Evolución de la gestión
tecnológica
Latinoamérica
Cienciometría
Grupos de investigación

Trends and challenges of technology management in emerging economies

Abstract

The article analyzes gaps and challenges for emerging economies of Latin America concerning the progress made in technology management (TM), in comparison with other contexts. Through literature analysis and scientometrics the evolution of TM and research trends were established in developed and Latin American countries. Results show that TM in industrialized countries has gone through three stages, the last of which is characterized by knowledge management, where integrative methodologies are used and leading teams are found in the USA and the UK. In Latin America, four stages of evolution were identified and similar trends to those of the developed nations were found, especially in knowledge and innovation management. The gaps identified in Latin America, including a late arrival of I&D units and a poor integration of technology with corporative strategies, show that even though development in the region is recent, it concentrates on vital topics such as networks and cooperation. On the other hand, challenges point out that Latin America can be strengthened by means of innovative methodologies such as technological roadmapping enabling the region to go beyond its frontiers.

Key words

Evolution of Technology
Management
Latin America
Scientometrics
Research groups

Introducción



Al final de los años ochenta, aunque la tecnología era muy importante, no se la consideraba, con frecuencia, en el proceso de formulación de la estrategia, ya que, esencialmente, la función *desarrollo tecnológico* tenía una duración mayor, comparada con otras funciones en las organizaciones (por ejemplo, *marketing*). No obstante, durante la década siguiente ocurrieron cambios como

el nuevo concepto de estrategia corporativa, llamada “estrategia total”, en la cual se tomaron los conceptos tecnológicos al mismo nivel que los demás elementos del proceso estratégico (finanzas, mercados), y la tecnología se tornó en una prioridad competitiva (Bulgerman y Maidique, 1988; Chiaromonte, 2004). Además, las condiciones actuales bajo las cuales se desempeñan las organizaciones se caracterizan por la trascendencia del factor conocimiento y su impacto en ámbitos como el económico y el social. Por ello,

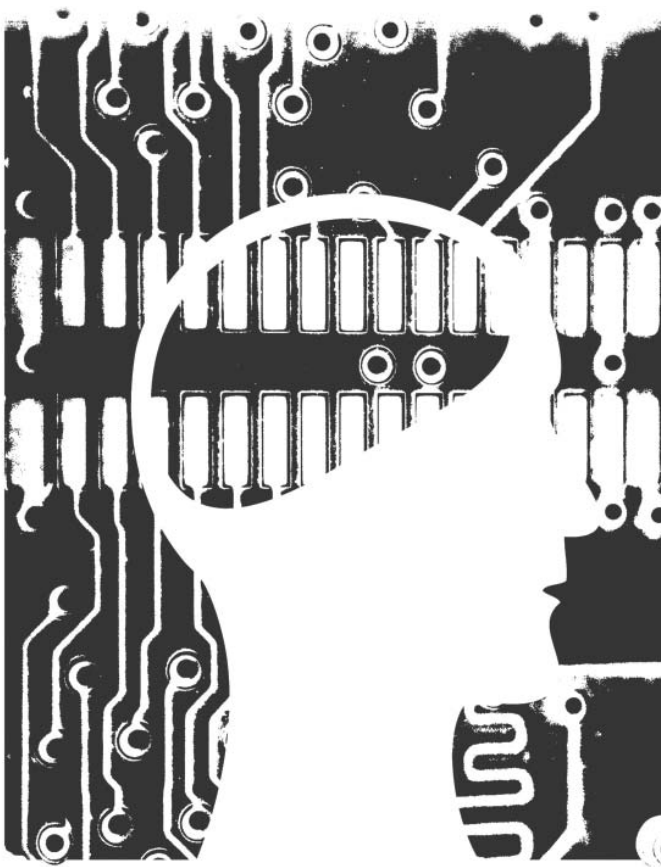
se habla ahora de la era del conocimiento y la gestión de este factor se ha convertido en un área de gran crecimiento y desarrollo.

La gestión tecnológica surgió como respuesta a la necesidad de manejar el factor tecnológico con el sentido estratégico que se le ha conferido dentro de la organización. De acuerdo con Linn, Zhang y Li (2000) y con Martínez (2002), el concepto de gestión tecnológica puede expresarse como la capacidad de la empresa para hacer productivo el conocimiento y la información, sin limitarse a la atención de necesidades respecto a un conjunto de tecnologías específicas, lo que implica que también debe formular y desarrollar estrategias con base en los recursos disponibles, las tecnologías actuales, los mercados futuros y el ambiente socioeconómico, además de responder por la transferencia, los cambios técnicos, la normalización y el control de calidad. Es necesario, por tanto, que las organizaciones manejen el conocimiento que representa la tecnología, lo que conlleva el despliegue de ciertas capacidades cuyo objetivo es asegurar la adquisición, difusión y preservación del conocimiento en la empresa a través del tiempo.

Considerando que las particularidades de los países industrializados han permitido que el desarrollo de la gestión tecnológica allí difiera del proceso correspondiente en otros contextos, el presente artículo tiene como objetivo identificar las brechas respecto a dicha evolución histórica y a las condiciones que actualmente caracterizan esta rama de la gestión, tanto en esos países como en las naciones latinoamericanas con economías emergentes. Con base en ello, se formulan algunos retos orientados al fortalecimiento de la investigación en gestión tecnológica y su progreso en la región.

1. Metodología

Para caracterizar la evolución histórica de la gestión de tecnología se efectuó una revisión analítica de la literatura sobre el tema, tanto con respecto a los países desarrollados como a Latinoamérica y Colombia. También se aplicaron técnicas cuantitativas a los registros obtenidos en bases de datos y otras fuentes, lo que permitió identificar tendencias en el desarrollo de este campo de la gestión. En términos generales, el procedimiento para efectuar este análisis inicia con la definición de



ecuaciones de búsqueda que contienen las palabras más representativas sobre el tema de interés, su introducción a la base de datos seleccionada, la descarga y depuración de los registros encontrados que cumplen con los criterios de búsqueda, y la manipulación de tales registros mediante conteos y otras técnicas cuantitativas.

En el caso del análisis en los países industrializados, se tomó la información de la base de datos *Scopus*, consultada a través del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia (Sinab). El periodo examinado está comprendido entre enero de 1998 y enero de 2006. En el nivel latinoamericano se estudió, mediante cuantitativa, la información de las ponencias presentadas en los congresos y seminarios más importantes en gestión tecnológica y administración de la región (Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica Altec: Costa Rica 2001, México 2003 y Brasil 2005. Simposio de Gestión de Innovación Tecnológica Sigitec, Brasil: 2002 y 2004. Congreso Anual de Investigación en Ciencias Administrativas Acacia, México: 2002, 2004, 2005 y 2006. Taller Internacional sobre Inteligencia Empresarial y Gestión del Conocimiento en la Empresa Intempres, Cuba: 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2006).

Para el caso colombiano se exploró la información disponible en la Red Scienti de Colciencias sobre grupos de investigación en gestión tecnológica, a partir de los resultados de las convocatorias para la categorización de grupos nacionales efectuadas en 2002 y 2004 (esta última se modificó en 2005). La información más reciente se tomó de la clasificación realizada en 2006. También se trabajó con las referencias bibliográficas de los catálogos de algunas bibliotecas universitarias en el país, disponibles a través del Sinab. A partir de toda la información obtenida, se establecieron brechas y retos respecto al progreso de la gestión tecnológica y a las temáticas más relevantes en los contextos analizados.

2. Evolución histórica de la gestión tecnológica

La evolución de la gestión tecnológica como campo de aplicación de conocimientos en diversas

disciplinas y como actividad fundamental para el avance tecnológico de las organizaciones y los países, ha presentado especificidades en el ámbito de las economías emergentes que no necesariamente coinciden con lo acontecido en los países avanzados. En este punto, cabe aclarar que se consideran emergentes, en general, los países de ingreso bajo o medio (World Bank, 2006) y, adicionalmente, de acuerdo con Carranza *et al.* (2006), es posible establecer líneas comunes de referencia, como la estabilidad macroeconómica, una mayor apertura comercial, la mejora de la competitividad, los procesos de desregulación, y la racionalización y mayor eficiencia de las finanzas públicas para identificar las economías emergentes. Con base en lo anterior, puede decirse que por lo menos el 30% de los países de América Latina (Brasil, México, Colombia, Argentina, Venezuela, Chile) corresponde a esta clasificación. Estas naciones se tomaron como base para los análisis que se presentarán más adelante, por considerarse como referentes para Colombia y además por cuestiones prácticas, debido a la disponibilidad de información para tal fin.

2.1 La gestión tecnológica en los países desarrollados

Desde sus orígenes, la gestión tecnológica ha recibido diferentes denominaciones, a partir de las cuales Drejer (1997) identificó cuatro escuelas de pensamiento relacionadas con: 1) la gestión de la investigación y desarrollo; 2) la gestión de la innovación; 3) la planeación tecnológica y, finalmente, 4) la gestión estratégica de la tecnología. Este autor señala que, de esa forma, la gestión tecnológica se ha establecido, gradualmente, como una disciplina académica durante las dos últimas décadas. A su vez, Lichtenthaler (2003) y Chiaromonte (2004) muestran la existencia de varias etapas o generaciones en la evolución de la gestión de tecnología en los países desarrollados (Figura 1).

En la *primera generación de la gestión tecnológica*, cuyos inicios se ubican a finales de la Segunda Guerra Mundial, se promovió en todos los países desarrollados el campo de las políticas públicas de fomento a la ciencia y la tecnología, inspirado en

el modelo propuesto por Vannevar Bush (citado en López, 1998) en el documento “Ciencia, la frontera infinita”, presentado en 1945 al presidente de los Estados Unidos. Los estados industrializados occidentales, siguiendo el ejemplo de ese país, se implicarían activamente en la financiación de la ciencia básica, esperando que el desarrollo tecnológico y el progreso social llegasen por añadidura (Albornoz, 2002; López, 1998).

Hacia la década de los años sesenta y parte de la siguiente, la gestión tecnológica tuvo como características principales la debilidad de un marco estratégico de largo plazo para la gestión de la investigación y desarrollo (I&D) —relacionada con la primera escuela identificada por Drejer y referenciada anteriormente— y la nula relación entre la estrategia corporativa y la estrategia tecnológica, con una participación mínima de la gerencia en la definición de los programas de I&D. Las organizaciones vivían una relativa estabilidad en el ambiente y los mercados experimentaban cambios que, aunque relevantes, eran predecibles. En el marco de esta moderada turbulencia, la unidad de I&D, conformada por científicos especializados, era considerada una parte especial de la empresa, con un alto grado de autonomía y, en esencia, enfocada en desarrollar el mayor invento que cambiase completamente las capacidades actuales, y en crear productos o procesos nuevos, de acuerdo con el concepto dominante de innovación.

Entre los años setenta y ochenta, en una **segunda generación de la gestión tecnológica**, el concepto de innovación varió, pasando del enfoque de cambios radicales (innovación puntual y discontinua), a la innovación de proceso basada en la conexión interactiva entre productos, manufactura y procesos organizacionales (incremental y continua), en un contexto de alta segmentación, con interacción fuerte entre grupos de actores sociales y nuevas reglas de competencia. En consecuencia, se dejó de pensar en la innovación como privilegio de compañías enfocadas en la excelencia y en el liderazgo tecnológico, ya que se convirtió en un factor estratégico para la consolidación de todo tipo de empresas en el mercado, e incluso simplemente para sobrevivir en él. La gestión tecnológica en esta época se caracterizó

por una visión de corto plazo en la definición de necesidades tecnológicas de las unidades de negocio, aunada al hecho de que la estrategia corporativa no brindaba guías para la investigación de largo plazo, ya que su horizonte de tiempo no iba más allá de los cinco años. Esta generación de la gestión tecnológica se relaciona con la segunda escuela de pensamiento (Gestión de la innovación) identificada por Drejer (1997).

La tercera generación de la gestión tecnológica se inició durante la última década del siglo pasado, cuando se logró una alta integración de la tecnología y las estrategias de I&D en la organización, y más específicamente en las unidades estratégicas de negocio, mediante la decisión conjunta entre la gerencia corporativa y la gerencia tecnológica respecto a metas, estrategias, contenidos y presupuestos de la actividad de I&D en el corto, mediano y largo plazo. Además, mediante la planeación tecnológica se consiguió la articulación de la tecnología y el mercado, en donde la falta de conocimiento sobre este último en el largo plazo se compensó con el proceso de integración de las necesidades de innovación existentes y con la exploración de nuevos mercados.

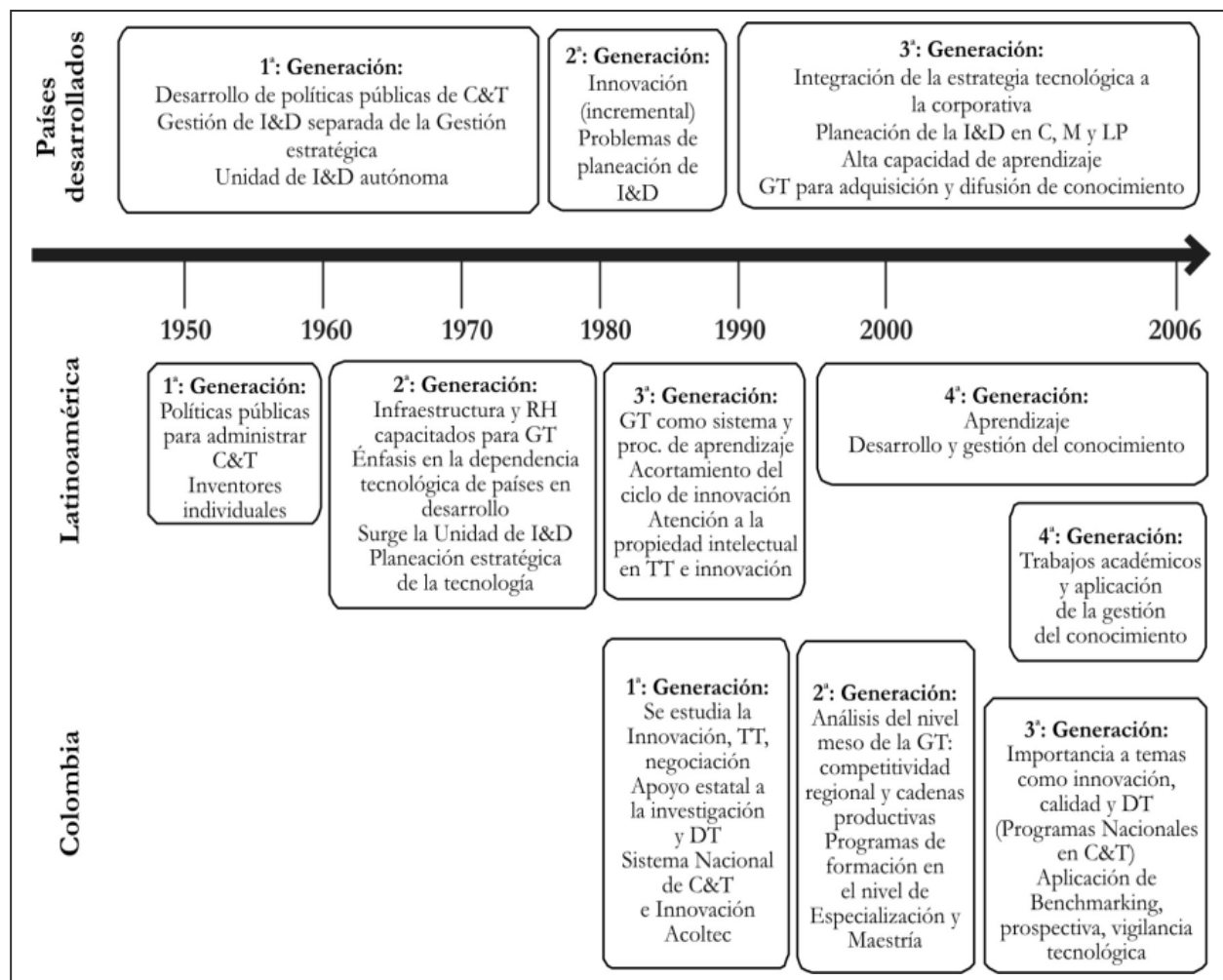
Las escuelas de pensamiento de Planeación tecnológica y Gestión estratégica de la tecnología (referenciadas por Drejer), corresponden a la más reciente generación de la gestión tecnológica. Así mismo, en la actualidad el conocimiento es considerado como impulsor de la productividad y el desarrollo económico, por lo cual resulta muy interesante definir el papel de la información, la tecnología y el aprendizaje en la economía; esto, a su vez, ha llevado a hablar de la economía basada en el conocimiento (*knowledge-based economy*) (OCDE, 1996). Por lo anterior, en la tercera generación, la gestión de la información y su transformación en conocimiento útil para la empresa se han constituido en una tarea clave que debe tenerse en cuenta dentro de la gestión tecnológica.

2.2 La gestión tecnológica en países con economías emergentes

En el contexto de los países latinoamericanos con economías emergentes, si bien no ha sido estricto el

surgimiento de las tres generaciones de la gestión tecnológica mencionadas más arriba, si se han presentado características similares en su desarrollo (Castellanos y Jiménez, 2004). Autores como Bernal y Laverde (1995) y Caires (2003) coinciden en plantear que la evolución de la gestión tecnológica en Latinoamérica está enmarcada básicamente en cuatro generaciones o etapas (Figura 1).

Figura 1. Evolución histórica de la gestión tecnológica en diversos contextos



Fuente: Adaptado de Bernal y Laverde (1995), Caires (2003), Chiaromonte (2004), Castellanos y Jiménez (2004), Lichtenthaler (2003).

La primera generación ocurrió entre 1949 y 1960, y se enfocó en la administración de la ciencia y la tecnología a través de políticas públicas. Una de las características relevantes de esta etapa fue el surgimiento de inventores individuales que desarrollaban tecnología de forma espontánea como resultado de su originalidad y curiosidad científica. En Colombia esta etapa de la gestión tecnológica se llevó a cabo hace casi dos décadas, cuando se estudiaba la innovación, transferencia, negociación y

apropiación de tecnologías como eje fundamental de la disciplina.

En **la segunda generación** (1960 a 1980) se fortaleció la investigación al contarse con mejor infraestructura y formación académica. En esta etapa, además, se comenzó a hacer énfasis en la marginalidad y dependencia tecnológica de los países menos desarrollados. Resalta el surgimiento de la unidad de I&D en las organizaciones, a

partir de la profesionalización de las actividades de investigación, la adopción del concepto de proyecto y el establecimiento de grupos de investigación. Como parte de esta etapa de la gestión tecnológica se encuentra el impacto logrado a través de actividades de planeación estratégica de la tecnología, buscando involucrar de forma directa el factor tecnológico con la estrategia competitiva de la empresa. En el caso colombiano se comenzó a analizar la dimensión meso de la gestión tecnológica, con la búsqueda de competitividad regional y la integración de cadenas productivas, con el auge de las propuestas conceptuales y metodológicas desarrolladas por reconocidos autores como Peter Drucker (en una importante cantidad de obras sobre gestión, tecnología y desarrollo industrial) y Michael Porter (quien ha publicado un gran número de trabajos sobre competitividad y *clusters*). También en esta fase se originaron o fortalecieron diversos programas de formación académica en gestión de tecnología.

La tercera generación de la gestión tecnológica en Latinoamérica se desplegó entre 1980 y 1995, y se caracterizó por concebir este tipo de gestión como sistema y proceso de aprendizaje, dando estímulos a la innovación para generar conocimiento y competitividad. Se consiguió un acortamiento en el ciclo de innovación a partir de la coordinación de tecnologías, clientes, competidores y estructura social interna de la organización. De igual forma se desarrollaron y fortalecieron diversos esquemas para los procesos de transferencia de tecnología e innovación tecnológica; a raíz de ello, la atención se enfocó en la protección de la propiedad industrial a través del empleo de patentes. Esta generación aún está en desarrollo en Colombia, y cabe resaltar la importancia estratégica que han tomado temas como la innovación, la calidad y el desarrollo tecnológico a través de la creación y consolidación de Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología en estos tópicos y galardones como el Premio Nacional a la Calidad de la Gestión.

Finalmente, la **cuarta generación de la gestión tecnológica** en el caso de América Latina corresponde a la tercera generación en los países desarrollados, en la cual la capacidad de aprendizaje de las organizaciones

es la base de la generación y asimilación de conocimiento, caracterizada, según Chiaromonte (2004), por la conexión estrategia – tecnología, el desarrollo del conocimiento y su gestión, así como la evaluación global de los procesos. Puede decirse que, en el ámbito de la región, la gestión tecnológica de cuarta generación ya se está estudiando e implementando, y en los eventos académicos de este campo —en especial en los congresos recientes de la Asociación Latino Iberoamericana de Gestión Tecnológica (Altec)— se han generado avances relacionados con la gestión tecnológica y del conocimiento, como se verá más adelante.

3. Situación actual de la gestión tecnológica

A continuación se describe y analiza la situación que caracteriza en la actualidad la gestión tecnológica en los países desarrollados y en las economías emergentes de Latinoamérica.

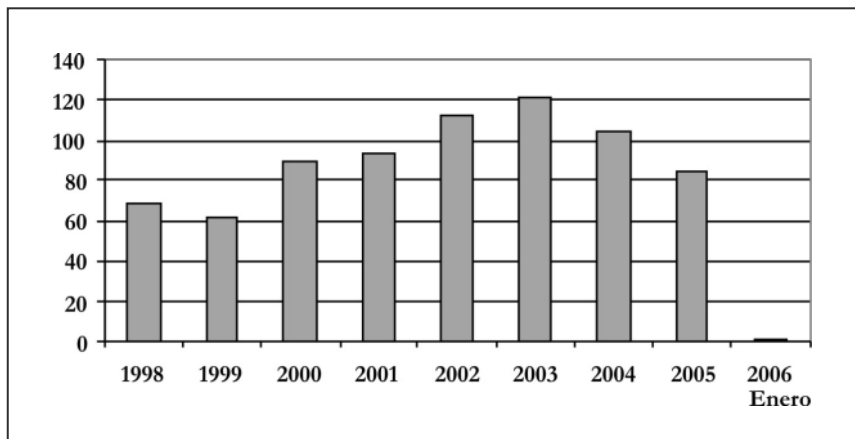
3.1 Nivel mundial

En la Figura 2 se muestra el comportamiento de las publicaciones científicas y técnicas sobre gestión tecnológica durante el periodo analizado. Se observa una tendencia creciente hasta 2003, año en el cual se presentó la mayor cantidad de artículos en gestión tecnológica. En 2004 y 2005 se aprecia una leve caída en la publicación de este tipo de literatura, mientras que para 2006 solo se presentan los artículos correspondientes al mes de enero. Las revistas en las cuales se incluye la mayor cantidad de artículos en esta temática son *International Journal of Technology Management*, *IEEE International Engineering Management Conference*, *Technovation*, *Research Technology Management* y *Journal of Engineering and Technology Management (JET-M)*.

La Figura 3 presenta los autores más relevantes en las temáticas relacionadas con gestión tecnológica. Entre ellos se encuentran R. Phaal, C. Farrukh y D. Probert, de la Universidad de Cambridge en el Reino Unido, quienes conforman un equipo de trabajo en *Roadmapping*. También se observa en esta figura al autor A. L. Porter, investigador del Georgia Institute

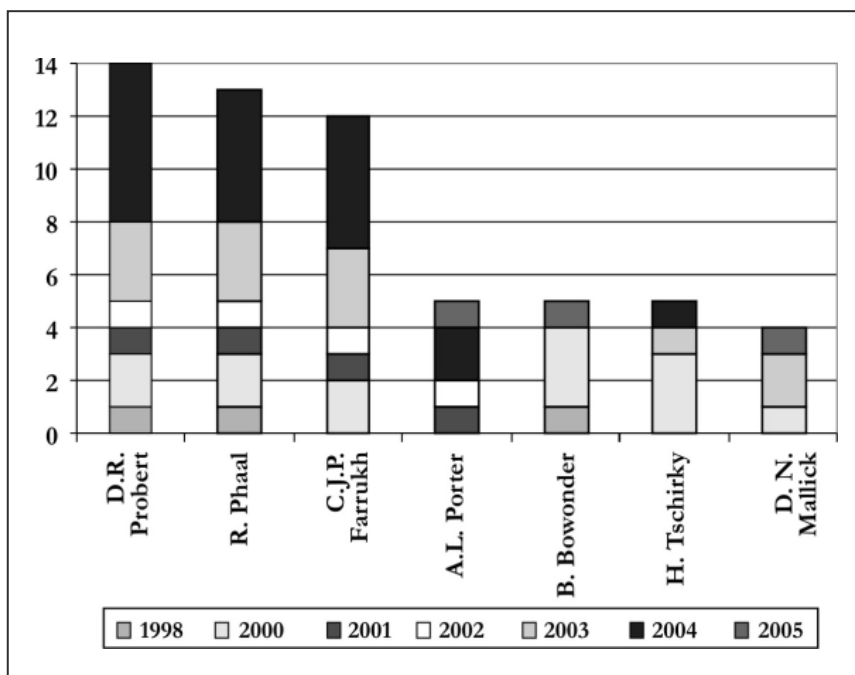
of Technology en Estados Unidos, quien se destaca por su trabajo en el análisis de tecnologías con el uso de técnicas de bibliometría y minería de datos, así como exploración de futuros. Dentro de los autores líderes presentados en la Figura 3 están además B. Bowonder y H. Tschirky, que tienen publicaciones relacionadas con aplicaciones de la gestión tecnológica en el sector empresarial, y D. N. Mallick, quien se enfoca en la formación de profesionales emprendedores para la gestión tecnológica.

Figura 2. Cantidad de publicaciones en gestión tecnológica (1998-2006)



Fuente: Análisis con base en información de la base de datos de artículos *Scopus*

Figura 3. Autores con mayor cantidad de publicaciones en gestión tecnológica (1998 - 2006)



Fuente: Análisis con base en información de la base de datos de artículos *Scopus*

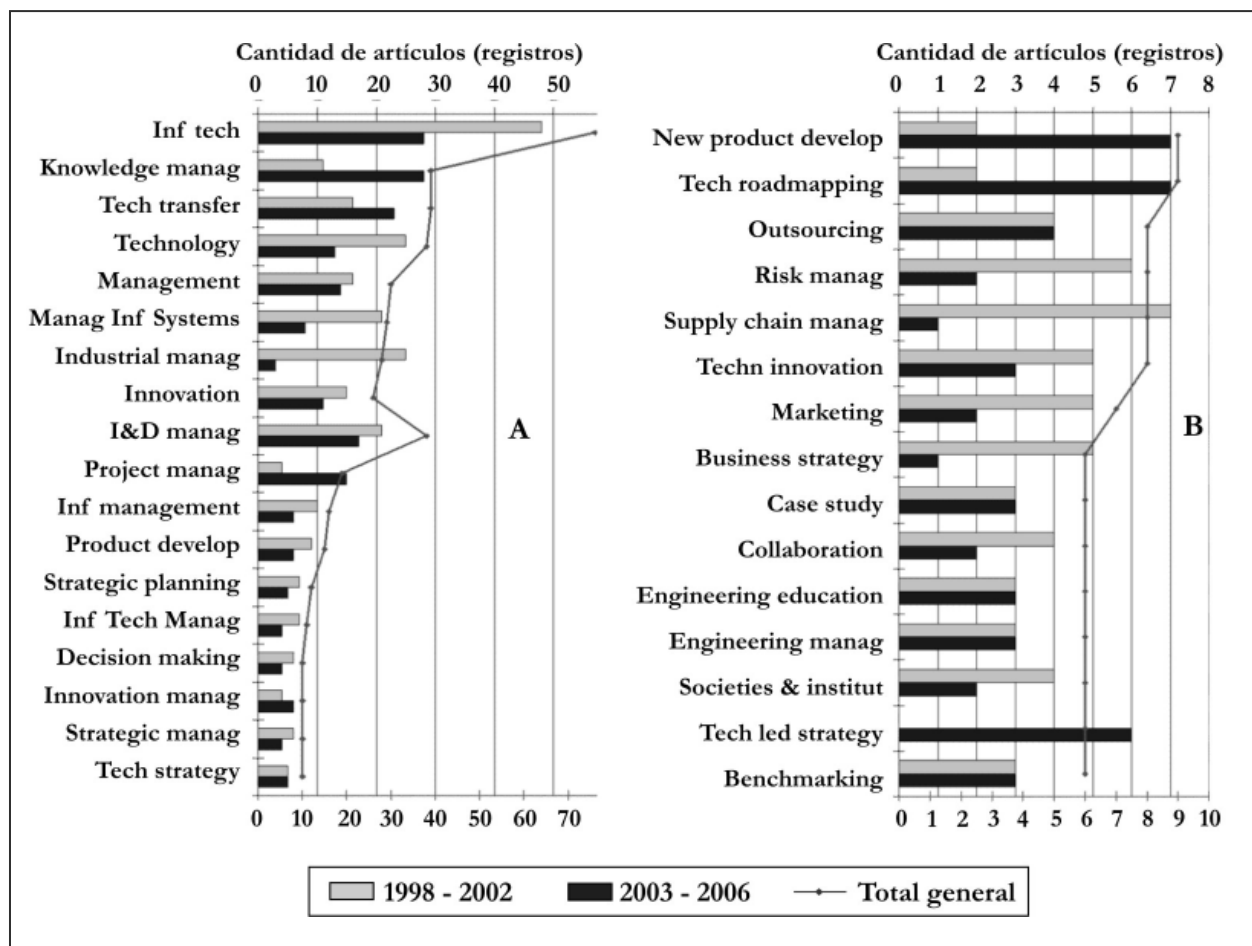
Al tomar como base las palabras clave de los artículos analizados es posible identificar dinámicas de las áreas más importantes en gestión tecnológica. En la Figura 4A, si se comparan dos subperiodos de tiempo (1998 a 2002 y 2003 a 2006), se pueden apreciar las áreas crecientes donde se destacan la *gestión del conocimiento* y la *gestión de proyectos*, y donde es considerable la diferencia en la cantidad de artículos que incluyen dichas palabras.

También es posible observar las áreas en las cuales disminuye la cantidad de publicaciones de forma notoria, especialmente la *gestión industrial*, lo

cual puede indicar un mayor énfasis en intangibles (conocimiento) afectando el interés en la investigación sobre gestión operacional.

En cuanto a tecnologías de información se puede observar que la disminución de artículos que incluyen esta temática es proporcional al aumento de aquellos que abordan la gestión del conocimiento, lo que podría indicar que en años anteriores los desarrollos se enfocaban a la gestión de este tipo de tecnologías (de información), mientras que recientemente estas se han convertido en el soporte para la gestión del conocimiento.

Figura 4. Dinámica de áreas en gestión tecnológica (enero 1998 - enero 2006)



A: Áreas crecientes **B:** Áreas emergentes

Fuente: Análisis con base en información de la base de datos de artículos *Scopus*

En la Figura 4B se observan las áreas emergentes, es decir, aquellas que en el primer periodo analizado contaban con muy pocas publicaciones pero en el segundo han ganado relevancia al ser más citadas en artículos científicos y técnicos. Las áreas de *estrategia tecnológica*, *desarrollo de nuevos productos*, así como el *Roadmapping*

tecnológico, pueden considerarse como emergentes puesto que pasan de no aparecer en ningún artículo (o máximo en dos) durante el subperiodo 1998 – 2002 a estar incluidas en seis o siete artículos en el subperiodo 2003 – 2006. El surgimiento del área relacionada con la estrategia tecnológica según el análisis cuantitativo realizado, indica la relevancia cada vez mayor del factor tecnológico que trasciende el nivel operativo, pero del cual obviamente no se escinde, ya que está muy relacionado con la generación de nuevos productos, de acuerdo con la segunda área emergente identificada.

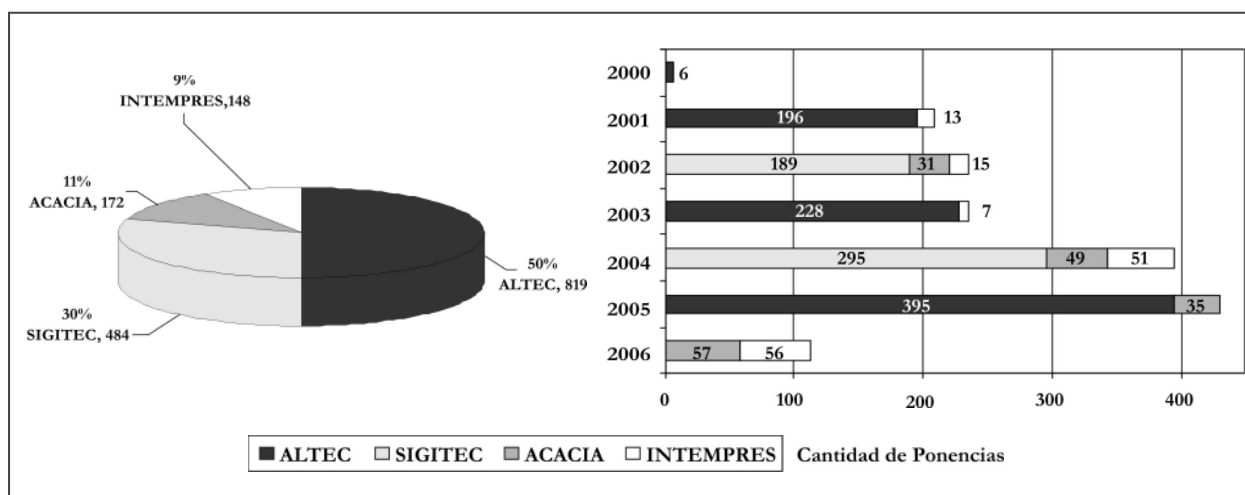
Por su parte, autores como Probert y Radnor (2003) y Phaal *et al.* (2004) señalan que el *Roadmapping* tecnológico es un enfoque ampliamente usado en diversos contextos (como las empresas Motorola, Philips, Lucent Technologies, Corning y Lockheed-Martin, algunos gobiernos y consorcios industriales). Se utiliza para soportar la gestión estratégica de la tecnología, integrado a la planeación en este

nivel, cuyo propósito es facilitar la comprensión de cómo el conocimiento tecnológico y comercial se combinan para apoyar la estrategia, la innovación y los procesos operacionales de la empresa, tomando en cuenta su entorno interno y externo. Los *roadmaps* son estructuras (frecuentemente gráficas) basadas en el tiempo para desarrollar, representar y comunicar planes estratégicos, en términos de la coevolución y desarrollo de tecnologías, productos y mercados.

3.2 Latinoamérica

En la Figura 5 se observa el volumen de ponencias disponibles por evento y por año, de acuerdo con lo descrito en la metodología. En total se trabajó con 1.623 artículos. Los datos evidencian que existe una tendencia en aumento a publicar sobre temas relacionados con la gestión tecnológica ya que cada nueva versión de un evento incluye una cantidad mayor de estos trabajos.

Figura 5. Registros analizados sobre gestión tecnológica en Latinoamérica



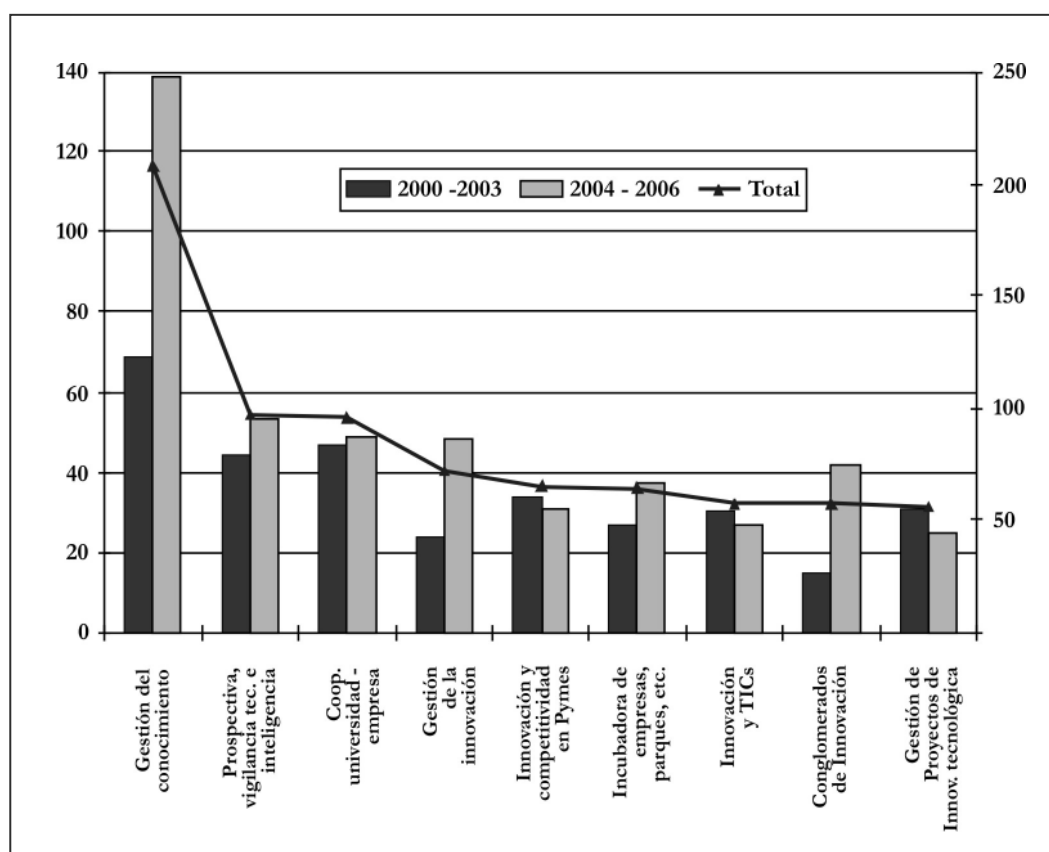
Fuente: Análisis con base en las memorias de los eventos sobre gestión tecnológica mencionados en la metodología.

La Figura 6 muestra las nueve temáticas más relevantes de las ponencias presentadas en los eventos mencionados, de acuerdo con la cantidad de trabajos incluidos en las memorias respectivas. Estas áreas incluyen el 48% de los registros analizados (40% de las ponencias de Altec, 44% de Sigitec, 62% de Acacia y 82% de Intempres). La **gestión del conocimiento** es el área que más agrupa trabajos, en especial en los seminarios de Altec. Esta temática gira en torno a los procesos de implementación de este tipo de gestión en las organizaciones, el desarrollo de sistemas de gestión de conocimiento que implican apropiación, generación y transferencia de este factor, organizaciones basadas en conocimiento y manejo del capital intelectual. Los países donde el tema es más

trabajado son Brasil con el 47% de las publicaciones, México con el 23%, Cuba con el 13% y Colombia con el 4% de las ponencias durante el periodo analizado.

El segundo campo temático de mayor relevancia en Latinoamérica está conformado por la **prospectiva, la vigilancia tecnológica y la inteligencia**, siendo en Intempres donde se han presentado con mayor frecuencia los trabajos en estos temas. Abarca estudios de prospectiva tecnológica para situaciones específicas, al igual que casos de vigilancia tanto tecnológica como comercial. El mayor peso lo tienen las ponencias relacionadas con inteligencia competitiva, inteligencia tecnológica, inteligencia comercial y empresarial. Los países donde se ha socializado la mayor cantidad de trabajos son Cuba, Brasil, México y Colombia, contando cada uno de ellos con el 34%, 25%, 17% y 9% de las publicaciones sobre el tema, respectivamente.

Figura 6. Dinámica de las áreas más relevantes en gestión tecnológica (2000 - 2006)



Fuente: Análisis con base en las memorias de los eventos sobre gestión tecnológica mencionados en la metodología

Las ponencias relacionadas con la **cooperación universidad – empresa y los acuerdos inter-institucionales** se centran en el trabajo conceptual de la interacción universidad – empresa, las estrategias y estructuras organizacionales necesarias para lograr dicha cooperación; allí se plantean modelos y metodologías para su desarrollo y se establecen condiciones de éxito y factores facilitadores, al igual

que se analiza el flujo de conocimiento en este tipo de interacción.

En cuanto al tema de **gestión de la innovación**, las ponencias hacen referencia a los modelos de planeación de la innovación, los sistemas de gestión de I&D en las organizaciones, las estrategias tecnológicas, la administración de las tecnologías

y las metodologías de diagnóstico tecnológico y empresarial. Las ponencias clasificadas en la categoría de **innovación y competitividad en las Pymes** se relacionan con los procesos, modelos y sistemas de innovación, la gestión empresarial, las necesidades tecnológicas y la I&D con énfasis en las pequeñas y medianas empresas. Por otra parte, la temática de **incubadoras de empresas y parques tecnológicos** incluye modelos de incubadora de empresas, planeación estratégica de las incubadoras y los parques tecnológicos y difusión de los mismos. El tema de **conglomerados de innovación** se encuentra en trabajos sobre aglomerados productivos, acuerdos de cooperación, *clusters*, *miniclusters* y arreglos productivos.

De igual manera, la temática sobre **Innovación y Tecnologías de información y comunicaciones –(TIC)** fue tratada en ponencias que se centran en la descripción de la innovación mediante tecnologías de la información, la relevancia de las TIC como soportes de la actividad innovadora, la adopción y el impacto de este tipo de tecnologías en la organización y su relación con la gestión del conocimiento, su aporte a la efectividad en la toma de decisiones y al aumento de la competitividad, así como el uso y aplicaciones de la Internet. Finalmente está el campo de la **gestión de proyectos de innovación tecnológica**, en el cual se encuentran trabajos que se refieren a la organización, estructuración, gerencia y evaluación de proyectos tecnológicos; también se describen modelos de gestión de proyectos, herramientas para el manejo de los mismos y características de los profesionales que participan en proyectos de innovación.

Ahora bien, para observar la dinámica que han presentado las nueve temáticas más relevantes en gestión tecnológica en el nivel latinoamericano, se tomaron dos subperiodos de análisis —2000 a 2003 y 2004 a 2006— y, como base, la cantidad de publicaciones en cada uno de ellos. Como se muestra en la Figura 6.

De acuerdo con el análisis con base en las memorias de los eventos sobre gestión tecnológica mencionados en la metodología, temas como gestión del conocimiento, gestión de la innovación y conglomerados de innovación han ganado una

gran importancia y podrían considerarse como temas crecientes. Al comparar estos resultados con los obtenidos en el análisis cuantitativo en los países desarrollados (Figura 4), puede concluirse que Latinoamérica presenta una dinámica similar a la que ocurre en tales países, en donde la gestión del conocimiento y la gestión de la innovación también aparecen como áreas crecientes en el lapso 1998 - 2006.

En la Figura 6, además, se advierte un crecimiento leve en temas como prospectiva, vigilancia e inteligencia; en incubadoras de empresas y parques tecnológicos, así como cooperación universidad – empresa y acuerdos interinstitucionales. Esto puede señalar un interés permanente de los investigadores latinoamericanos en estas temáticas, las cuales resultan fundamentales para el desarrollo y fortalecimiento de capacidades en gestión tecnológica en la región.

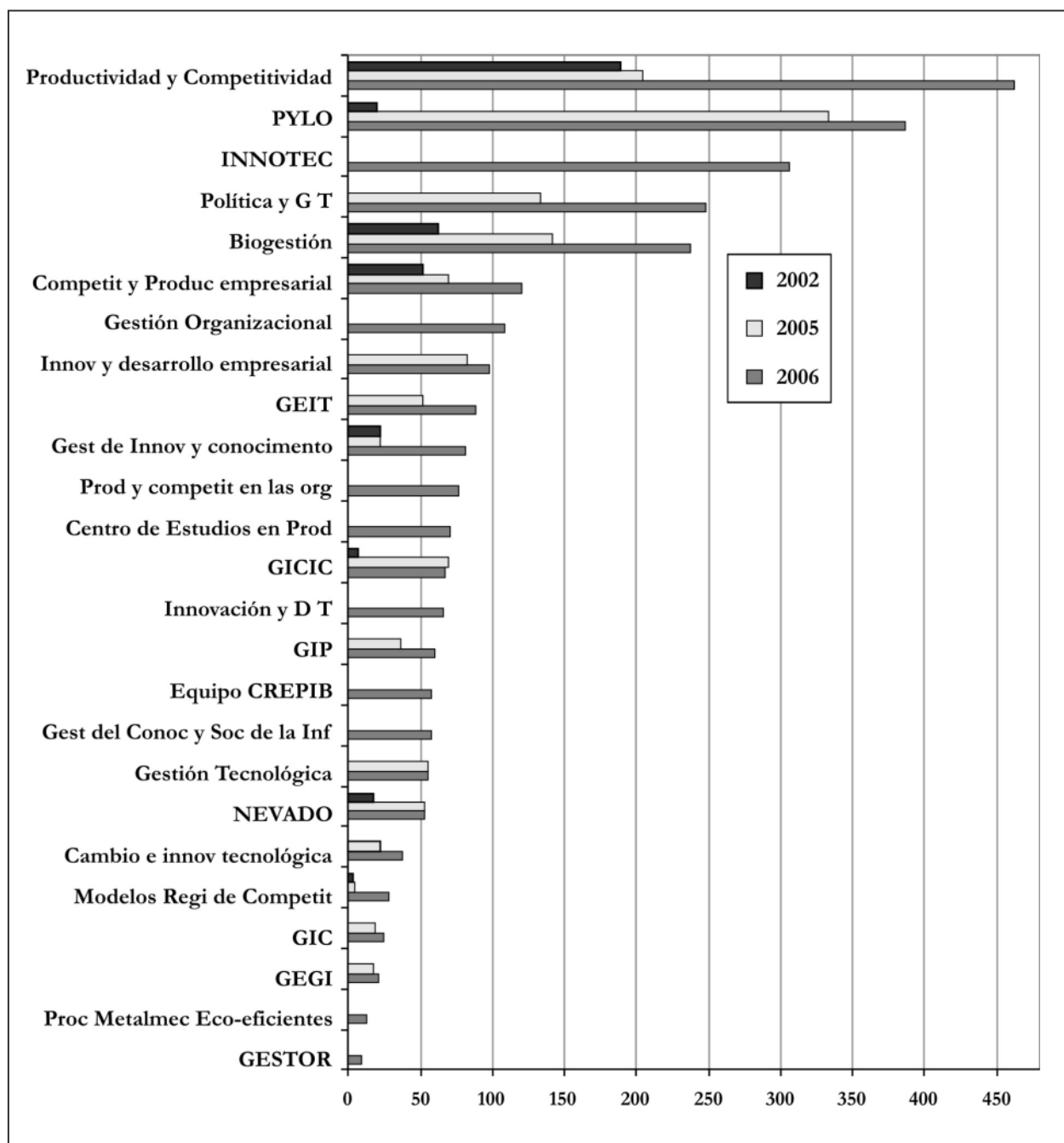
3.3 Colombia

En el país ha tomado gran relevancia el proceso de consolidación de grupos de investigación en gestión tecnológica. En la más reciente convocatoria de Colciencias para grupos de investigación (2006), existen 389 grupos inscritos en el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad como programa principal, de los cuales 40 están en la categoría A, 29 en la categoría B, 33 en la categoría C, seis son grupos reconocidos por Colciencias (pero no categorizados) y 281 registrados (sin categoría ni reconocimiento). Del total, 25 grupos trabajan en áreas afines a la gestión tecnológica, según las líneas de investigación declaradas por cada uno de ellos (Figura 7). De tales grupos 10 se encuentran en la categoría A, 10 en la B y 5 en la C.

A partir de la clasificación de Colciencias respecto a la producción de los grupos de investigación (producción de nuevo conocimiento, formación de investigadores, actividades y resultados de extensión), se analizó la de aquellos 25 que trabajan en gestión tecnológica, como se muestra en la Figura 7. Se observa que sólo cinco de ellos han generado cerca del 60% de la producción total evaluada en las convocatorias 2002, 2005 y 2006; la mayoría de estos grupos de investigación cuenta con una importante

trayectoria y experiencia. De igual forma se evidencia la reciente consolidación de muchos de los grupos que trabajan en gestión tecnológica en el país, puesto que sólo registraron su producción en la última convocatoria de Colciencias. Así mismo, se aprecia que, en general, existe una tendencia creciente en la productividad de estos grupos, que consiste, principalmente, en la publicación de artículos, ponencias y libros, junto con la ejecución de proyectos de investigación y extensión.

Figura 7. Dinámica de la producción total de los grupos de investigación en gestión tecnológica



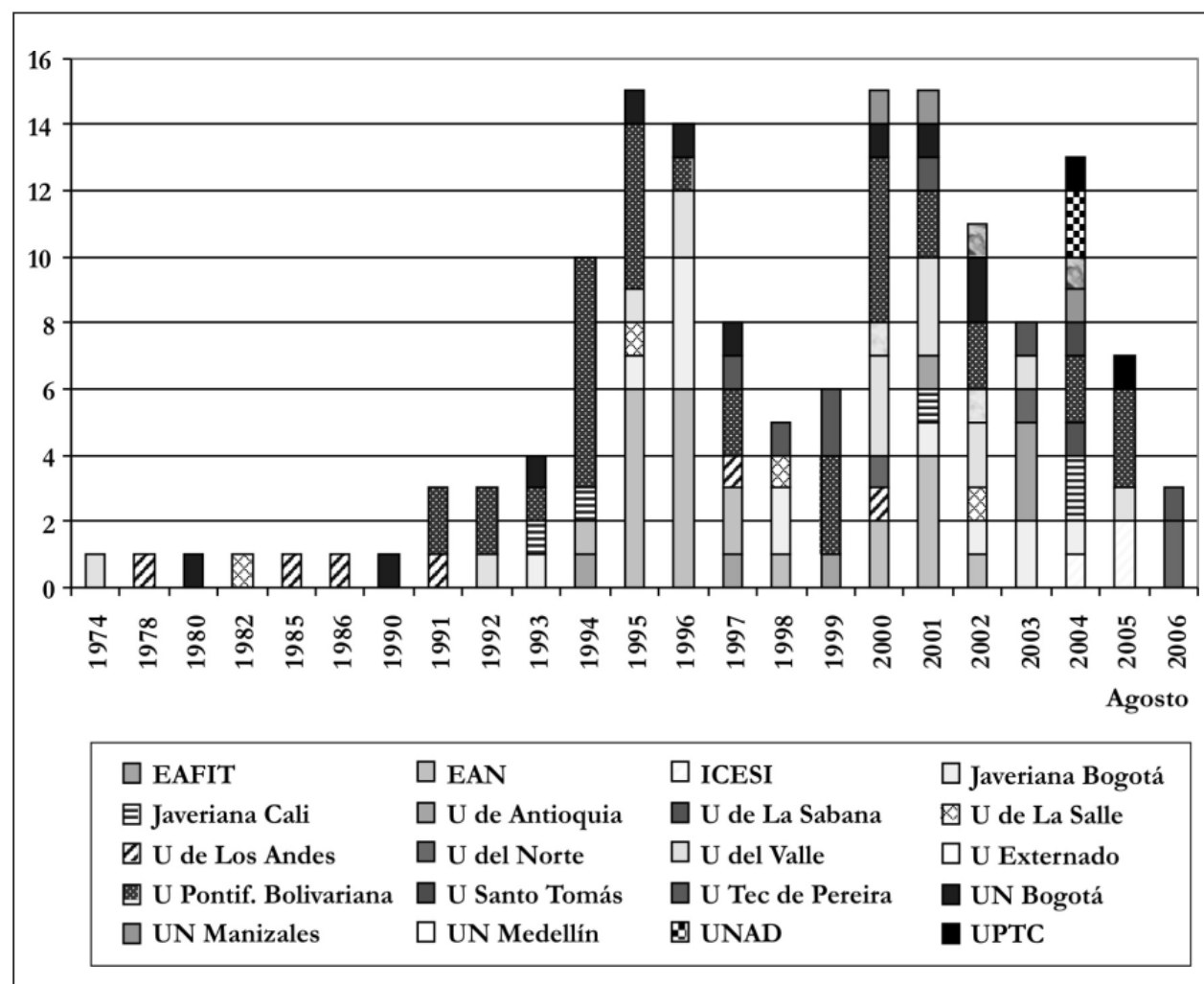
Fuente: Preparado con base en información de la Red Scienti (Colciencias, 2006).

Además de lo enunciado, en cuanto a los **Trabajos académicos en gestión tecnológica**, los catálogos bibliográficos de 35 universidades del país que pueden consultarse a través del portal del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia, muestran que 20 de estas han generado un total de 147 trabajos de grado relacionados con la gestión tecnológica. Es la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín la que cuenta con la mayor producción, en su Maestría en Gestión Tecnológica (la más antigua del país), con 37 trabajos, seguida por la Escuela de Administración de Negocios (EAN) en Bogotá y la Universidad del Valle. En la Figura 8 se

observa la dinámica de producción entre 1974 y 2006 (agosto).

Entre 1974 y 1990 se publicaron siete trabajos de grado relacionados con la gestión tecnológica, la mayoría orientados a su aplicación en sectores específicos de la industria nacional: pastas alimenticias, chocolates y confites, confecciones, ornamentación, industria láctea y agroindustria de flores. En la Figura 8 también se expresa una tendencia creciente en la publicación de trabajos de grado a partir de 1991, con un pico en 1995 que corresponde al paso de la primera a la segunda generación de desarrollo de la gestión tecnológica en Colombia.

Figura 8. Dinámica de producción de trabajos de grado en gestión tecnológica



Fuente: Información de los catálogos bibliográficos de universidades colombianas (Sinab, 2006)¹.

¹ Es posible que algunos catálogos no estuvieran actualizados para 2005 y 2006 a la fecha de la consulta.

4. Brechas en Gestión Tecnológica

En la transición hacia la gestión del conocimiento se identificaron algunas brechas respecto a la gestión tecnológica entre los países desarrollados y las economías emergentes latinoamericanas, en relación con el desarrollo histórico de la gestión tecnológica y las temáticas relevantes trabajadas en años recientes.

4.1 Evolución histórica de la gestión tecnológica

En la Figura 1 se puede ver la evolución de la gestión tecnológica en el ámbito de los países desarrollados de manera comparativa con América Latina y Colombia. A pesar de las dificultades que se presentan para la comparación de las generaciones identificadas, debido a las especificidades propias de cada contexto, es claro que el desarrollo observado en los países industrializados es mayor que en el caso latinoamericano y colombiano. Se evidencia, al mismo tiempo, que Colombia está a la zaga de los países analizados en lo relacionado con el surgimiento de la gestión tecnológica como campo de acción en el nivel académico y organizacional.

En consecuencia, las brechas que se pueden establecer entre las economías emergentes de Latinoamérica y los países industrializados, son las siguientes:

Surgimiento tardío de la unidad de I&D en Latinoamérica con respecto a los países desarrollados. Mientras en estos, durante la primera generación, se comenzó a hablar de gestión tecnológica directamente relacionada con la gestión de la I&D efectuada en una unidad especializada en esta actividad —si bien aún no estaba totalmente integrada con otros aspectos y áreas organizacionales—, en Latinoamérica se inició el proceso de desarrollo de la gestión tecnológica (1950 – 1960) únicamente en un nivel macro con políticas gubernamentales, indicando que, en general, en las organizaciones de la región no era una prioridad el desarrollo tecnológico y la investigación se hacía de una forma aislada y puntual. Solo hasta finales de los años setenta (una década después que en los países industrializados) surge en las empresas de América Latina una unidad encargada de la actividad de I&D.

Los países industrializados lograron una elevada integración de la tecnología a la estrategia corporativa. Eso ocurrió, desde la década de los noventa, con una visión de largo plazo y atendiendo tanto a las tendencias tecnológicas como a las de los mercados. Por su parte de los países latinoamericanos, si bien pudieron tener adelantos en estos procesos, encuentran desafortunadamente pocas referencias en la literatura auscultada. Aunado a esto, se encuentran resultados de estudios (Castellanos *et al.*, 2003; Garavito y Suárez, 2004) que revelan falencias incluso desde la conceptualización misma de la gestión tecnológica y los procesos relacionados con ella, lo cual permite concluir que su aplicación en este contexto no ha llegado al grado de desarrollo ni a la obtención de los logros de los líderes en el nivel mundial.

4.2 Las temáticas relevantes

Las brechas identificadas al comparar el caso latinoamericano y el de países desarrollados en cuanto a las temáticas principales de artículos y ponencias, son:

La dinámica de generación de artículos en gestión tecnológica tiene mayor tradición en el ámbito mundial que en Latinoamérica, considerando que, con base en el corpus de información analizada, el pico de producción se logra en el primer caso entre 2002 y 2003, mientras que en Latinoamérica la mayor productividad se observa recientemente (2004 y 2005).

Se evidencia en los países desarrollados la realización de estudios y aplicaciones de metodologías que buscan integrar diferentes herramientas conocidas en la gestión tecnológica como la prospectiva o el *benchmarking*. Es el caso del *Roadmapping*, que resulta totalmente nuevo en el contexto latinoamericano y solo hasta ahora comienza a estudiarse a través de los artículos publicados en entornos de mayor progreso industrial. También se han trabajado en la región latinoamericana otras metodologías que tienen este propósito integrador, en especial la inteligencia tecnológica (o la vigilancia tecnológica como parte de esta), alcanzando algunos avances recientes como los de Escorsa y Maspons (2001), Aceves (2005) y Castellanos *et al.* (2005). En

este caso la brecha se expresa como un retraso en el tiempo.

La relevancia de la tecnología y su gestión, definitivamente, van en aumento en los países industrializados, lo cual se observa a través del surgimiento de áreas importantes en investigación como la estrategia tecnológica, de acuerdo con el análisis de tendencias en el nivel mundial. Esto refuerza lo identificado en la revisión y análisis de la evolución de la gestión tecnológica en este contexto. Por su parte, en América Latina se aprecia un mayor énfasis en la consolidación de esquemas de redes y colaboración, reflejado en áreas importantes como la cooperación universidad – empresa, los conglomerados de innovación y los parques tecnológicos, así como la orientación hacia la gestión tecnológica en Pymes.

Se observa una brecha relativa a los logros obtenidos en relación con la gestión del conocimiento. Esta es el área más relevante de la gestión tecnológica tanto en el nivel mundial como en Latinoamérica, pero los resultados en este campo son más recientes en las economías emergentes, mientras que en los países industrializados se utilizan herramientas y metodologías relacionadas con esta temática casi desde una década atrás. Así mismo, estas metodologías se relacionan cada vez más con los aportes biológicos, como en el caso de la inteligencia artificial y los sistemas expertos (Liao, 2005).

5. Retos de la Gestión Tecnológica

A lo largo de la evolución de la gestión tecnológica se ha visto que, en especial para las organizaciones de base tecnológica y de conocimiento, resulta necesario manejar adecuadamente toda la información que proviene del interior de estas y del ambiente que las rodea e influye, con el fin de aprovecharla al máximo y generar, a partir de allí, soluciones a las problemáticas que enfrenta la empresa. Esto ha llevado a que se desarrollen metodologías centradas en el seguimiento y estudio de la información de carácter tecnológico y su impacto en el desarrollo organizacional, como la vigilancia y la prospectiva tecnológica, junto con otras metodologías vigentes como el balance tecnológico,

las auditorías e interventorías tecnológicas y la planeación tecnológica estratégica.

Cada vez es más relevante la calidad de la información que se maneja y que finalmente será la base para la toma de decisiones en el nivel estratégico. Por ello, resulta imprescindible que dicha información se obtenga de fuentes confiables, de forma oportuna y con la posibilidad de tratarla de manera dinámica para generar conocimiento. En este contexto, **la gestión tecnológica se ve abocada al reto planteado por la dinámica y creciente aceleración del factor conocimiento**, lo que incidirá directamente en la orientación futura de su evolución, con el fin de enfrentarlo de manera adecuada. Como lo señalan Morales y Resenos (2002, 12):

[...] no puede pensarse en un continuo histórico inmutable, la administración ha de cambiar ante síntomas de su ortodoxa rigurosidad técnica que si bien vigentes en lo intraorganizacional, han de dar lugar a la confección de nuevas estructuras teóricas que expliquen con mayor efectividad los nuevos modelos emergentes de competitividad interorganizacional y regional ahora basada en el conocimiento.

Así mismo, el desarrollo de la gestión tecnológica en América Latina se enfrenta al **surgimiento de metodologías integradoras** que permiten una adecuada gestión de la información y el conocimiento, como el *Roadmapping* y la inteligencia tecnológica. Por otro lado, en la actualidad, la gestión de la tecnología tiene la ventaja de integrar diferentes perspectivas relacionadas con el desarrollo tecnológico, la gestión de la innovación y la estrategia del negocio (Chiaromonte, 2004). En este proceso **es importante que las organizaciones logren la identificación de sus competencias tecnológicas centrales**, como una perspectiva ampliada de la teoría de *Core competencies* que originalmente se enfocó en la gestión del factor humano. Como lo expresa Tidd (2000), la generación de una ventaja competitiva sostenible en las compañías no residirá en sus productos sino en sus competencias centrales, en la capacidad para gerenciar las tecnologías y las habilidades productivas dentro de los saberes individuales de todas las

unidades del negocio, adaptándose rápidamente al cambio.

Adicionalmente, es vital en la región **el fortalecimiento de la gestión tecnológica y de la propia tecnología como factor estratégico** de las organizaciones y los países, basándose en las capacidades de sus investigadores, el interés creciente en el trabajo en redes y en los esquemas de cooperación. Así mismo, es primordial que los desarrollos locales trasciendan fronteras y sean conocidos en otros contextos, lo cual permitirá la retroalimentación y la discusión para reforzar su impacto.

Relacionado con el reto anterior, se encuentra el desafío para la gestión tecnológica en los países latinoamericanos de **promover la consolidación de esquemas y políticas nacionales que se orienten a la innovación** enfocada a problemáticas propias, no solo del nivel tecnológico, sino también considerando aspectos prioritarios para este contexto como el fomento a las pequeñas y medianas empresas, la educación, la generación de empleo, e incluso,

como lo señala Dagnino (1996) la satisfacción de las necesidades humanas básicas.

En cuanto a los procesos de monitoreo del desarrollo de la gestión tecnológica, es clave que los estudios basados en la cienciometría, como el presentado en este artículo, sean complementados con análisis del entorno en aspectos como el social, el económico, el político y el tecnológico, de manera que los indicadores generados a partir del tratamiento de información estructurada (en bases de datos de artículos, por ejemplo) puedan ser contextualizados y permitan ampliar la identificación de brechas y retos en gestión tecnológica, sus causas y, lo más importante, las opciones para hacerles frente en procura de un mayor progreso del tema en la región. Por lo anterior, el reto está en **consolidar sistemas de seguimiento y evaluación de la gestión tecnológica para América Latina** en conjunto y para cada uno de los países que la integran, como disciplina académica y campo de la gestión organizacional.



Conclusiones

El análisis del progreso de la gestión tecnológica en diferentes contextos muestra que Latinoamérica y Colombia tienen brechas respecto a la evolución de este campo de la gestión y al actual estado de esta en los países desarrollados. Tal situación representa retos en búsqueda de un avance similar al de esas naciones. Entre tales retos está el de afrontar la más reciente etapa de desarrollo, caracterizada por la gestión del conocimiento, que hace necesario fortalecer el trabajo en torno a enfoques conceptuales integradores como la inteligencia tecnológica, y novedosos como el *Roadmapping* tecnológico.

La información sobre gestión tecnológica en Latinoamérica se obtuvo, para este trabajo, mediante la consulta de memorias de importantes eventos académicos en la región. Pero, al mismo tiempo, se evidenció que en otros medios de mayor accesibilidad (como revistas indexadas en bases de datos internacionales) la información disponible es muy poca. Por tanto, puede concluirse que subsisten falencias en cuanto a la visibilidad de los resultados locales y regionales, lo cual no solo afecta a los investigadores en gestión tecnológica sino a la mayoría de los grupos y personas que trabajan en diferentes campos y que aún no han logrado ingresar a los cerrados círculos de las publicaciones que se incluyen en los índices bibliográficos reconocidos.

En la región latinoamericana existen potencialidades para avanzar en el desarrollo de la gestión tecnológica, ya que se cuenta con grupos de investigación consolidados en esta área (principalmente de carácter académico). Esta situación se demuestra con la cantidad de publicaciones que anualmente se presentan en los congresos y seminarios organizados por entidades como Altec y la Academia de Ciencias Administrativas de México

(Acacia), así como por las importantes dinámicas de generación de conocimiento en torno a este tema. Además, existe concordancia con las tendencias crecientes de los países desarrollados respecto al trabajo en temáticas como la gestión del conocimiento y de la innovación. Dichas potencialidades son más evidentes y puede que sean más fácilmente explotables en los países con economías emergentes de la región, debido al mismo carácter que esta situación les confiere.

Debe señalarse que la identificación de algunas tendencias en gestión de tecnología, como similares a las de países desarrollados, no implica que las economías emergentes de América Latina necesariamente deban darle continuidad a esta situación y que los progresos regionales tengan que ser equivalentes a los de otros contextos. En principio, estos países pueden hacer una evaluación de sus requerimientos tecnológicos endógenos con el fin de darles atención a través de una adecuada gestión del factor tecnológico (para lo cual también pueden identificar las herramientas que mejor funcionarían). Del mismo modo, analizar la posibilidad de realizar adecuaciones a los desarrollos logrados en otros ámbitos con el objetivo de darles pertinencia, y buscar la generación de innovaciones que les permita disminuir la dependencia tecnológica de la región.

En este orden de ideas, es fundamental para América Latina que sus gobiernos sean conscientes de la necesidad de generar y fortalecer esquemas y mecanismos de fomento a las actividades científicas y tecnológicas, en el marco de políticas públicas coherentes con los requerimientos internos y las expectativas de crecimiento y desarrollo de cada país, lo que implica, entre otros: una mayor inversión en ciencia y tecnología; la definición de planes y programas educativos orientados a la innovación; la promoción de una cultura de propiedad intelectual y el respeto por los derechos derivados de la actividad creativa; la articulación universidad, empresa, Estado y sociedad en torno a temas prioritarios para cada nación; el fortalecimiento de los aparatos productivos y de la competitividad, así como la participación decidida y activa de todos los actores sociales en la construcción de opciones reales de desarrollo científico y tecnológico para los países latinoamericanos.

Bibliografía

Aceves, V. (2005). “Más allá de la planeación estratégica: La planeación inteligente”. Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas (Acacia). México. pp. 1-17.

Albornoz, M. (2002). *Situación de la ciencia y la tecnología en las Américas*. http://www.science.oas.org/Doc/Policy/Situacion_CT_Americas.pdf (10 de marzo de 2007). 52 p.

Bernal, C. y J. Laverde. (1995). “Gestión Tecnológica”, *Proyecto de Modernización de las PYME*. Bogotá: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), 188 p.

Bulgerman, R. A. & M. A. Maidique. (1988). *Strategic Management of Technology and Innovation*. New York: Homewood. 270 p.

Caires, G. (2003). *Evolución de la disciplina de gestión tecnológica*. Sao Paulo: SELA. 52 p.

Carranza, L. et al. (2006). *Latinwatch, Boletín económico del BBVA*. España: Servicio de estudios económicos BBVA: Bilbao. 28 p.

Castellanos, O. y Jiménez, C. (2004). “Importancia de la inteligencia en la gestión tecnológica de las organizaciones contemporáneas”.

XXIII Simposio de Gestión de la Innovación Tecnológica,. Brasil. pp. 1-22.

Castellanos, O.; Jiménez, C. y Rojas, J. (2003). "Gestión de la innovación en empresas con procesos biotecnológicos". Seminario latinoamericano de gestión tecnológica, (X). México. pp. 53 -68.

Castellanos, O.; Rosero, J.; Torres, L. M. y Jiménez, C. (2005). "Aplicación de un modelo de inteligencia para definición de estrategia tecnológica en diferentes niveles de complejidad institucional". Seminario Latino Iberoamericano de gestión tecnológica (Altec), (XI). Brasil. pp. 1-19.

Chiaromonte, F. (2004). "From R&D to strategic technology management - Evolution and perspectives", *Teletronikk*, 2. pp. 33-41.

Colombia. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Francisco José de Caldas - Colciencias. (2006). *Información sobre grupos de investigación colombianos*. [on line] www.colciencias.gov.co/scienti (10 de julio de 2006).

Dagnino, R. (1996). "Innovación y desarrollo social: un desafío latinoamericano", Seminario Taller Iberoamericano de actualización en gestión tecnológica. La Habana. pp. 32-49.

Drejer, A. (1997). "The discipline of management of technology, based on considerations related to technology", *Technovation*, 17 (5). pp. 253-265.

Escorsa, P. y Maspons, R. (2001). *De la Vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva*. España: Prentice Hall, 268 p.

Garavito, S. y E. Suárez. (2004). "Evaluación de la gestión tecnológica orientada al manejo de la innovación tecnológica y la transferencia de tecnología: estudio de benchmarking como herramienta de diagnóstico en empresas

que desarrollan procesos biotecnológicos", *Umbral científico*, 4. Bogotá, pp. 50 - 64.

Liao, S. (2005). "Technology management methodologies and applications. A literature review from 1995 to 2003", *Technovation*, 25. pp. 381-393.

Lichtenthaler, E. (2003). "Third generation management of technology intelligence processes", *R&D Management*, 33(4), pp. 361 - 375.

Linn, R. J.; Zhang, W. & Li, Z.Y. (2000). "An intelligent management system for technology management", *Computers and Industrial Engineering*, 38. pp. 397-412.

López, J. (1998). "Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos", *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, pp. 41 - 68.

Martínez, C. (2002). *Gestión de la tecnología y desarrollo de negocios tecnológicos*. Santiago de Chile: Universidad Mayor. 315 p.

Morales, M. y E. Resenos. (2002). "De administración a gestión de la innovación como estrategia competitiva en el desarrollo de regiones basado en el conocimiento". VI Congreso nacional y I internacional en investigación de ciencias administrativas. México.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (1996). "The knowledge-based economy", *La innovación: Un factor clave para la competitividad de las empresas*. Madrid: Comunidad de Madrid, 212 p.

Phaal, R.; Farrukh, C. & Probert, D. (2004). "Customizing Roadmapping", *Research Technology Management*, 47(2). pp. 26-37.

Probert, D. & M. Radnor. (2003). "Frontier Experiences from industry-academia consortia",

Research Technology Management, 46(1), pp. 27 - 30.

Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia - Sinab. (2006). Catálogos bibliográficos de universidades colombianas. www.sinab.unal.edu.co (25 de septiembre de 2006)

Tidd, J. (2000). "The competence cycle: Translating knowledge into new processes, products and services", *From knowledge management to strategic competence*. London: Imperial College, 322 p.

World Bank. (2006). "Country Classification" <http://web.worldbank.org/> (12 de febrero de 2007)